

PENDUGAAN UMUR SIMPAN JAGUNG MANIS BERDASARKAN KANDUNGAN TOTAL PADATAN TERLARUT DENGAN MODEL ARRHENIUS

Shelf Life Estimation of Sweet Corn Based on Its Total Soluble Solid by Using Arrhenius Model

Rita Khathir, Ratna, Mega Apriesti Puri

Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala,
Jl. Tgk. H. Hasan Krueng Kalee No. 10 Darussalam, Banda Aceh 23111
Email: rkhatir79@gmail.com

ABSTRAK

Umur simpan jagung manis relatif singkat apalagi kalau disimpan pada suhu ruang di negara-negara tropis (28-32°C). Kerusakan jagung manis dapat diindikasikan dengan penurunan kandungan gulanya. Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan jagung manis berdasarkan reaksi penurunan kandungan total padatan terlarutnya (TPT) dengan pendekatan model Arrhenius. Jagung manis segar yang baru siap panen segera disimpan selama 10 hari pada 3 kombinasi suhu yaitu 5, 15 dan 28°C. Setiap hari dilakukan analisis kandungan TPT dengan *refraktometer abbe*. Uji organoleptik dilakukan dengan skala hedonik 1-7. Proses pengamatan dihentikan apabila responden telah memberikan nilai 5 (agak tidak suka), 6 (tidak suka) dan 7 (sangat tidak suka). Pendekatan model Arrhenius dilakukan dengan dua persamaan yaitu persamaan orde 0 dan orde 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua persamaan tersebut dapat dipergunakan untuk menduga umur simpan jagung. Nilai faktor percepatan reaksi penurunan mutu (Q_{10}) untuk persamaan orde 0 adalah 1,49, sedangkan nilai Q_{10} untuk persamaan orde 1 adalah 1,51. Dengan menggunakan pendekatan orde 0, penyimpanan jagung manis pada suhu 30, 25, 20, 15, 10 dan 5°C akan berpengaruh kepada umur simpan jagung manis menjadi 3,7, 4,5, 5,5, 6,7, 8,2, dan 10 hari. Sedangkan dengan pendekatan orde 1, penyimpanan jagung manis pada suhu yang sama akan berpengaruh kepada umur simpan jagung manis menjadi 3,7, 4,5, 5,6, 6,8, 8,4, dan 10,3 hari. Dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil dugaan tersebut sangat valid dengan hasil observasi.

Kata kunci: Jagung manis, umur simpan, total padatan terlarut

ABSTRACT

Sweet corn has short shelf life at room temperature storage in the tropical countries (28-33°C). The quality deterioration of sweet corn can be determined by the decrease of its sugar content. The study aimed to estimate the shelf life of sweet corn based on the reduction of its total soluble solid (TSS) by using Arrhenius model. The samples were prepared from fresh harvested corn stored for 10 days at 3 different temperatures of 5, 15 and 28 °C. Total soluble solid (TSS) were analyzed every day by using abbe refractometer. Organoleptic analysis was used by using hedonic scales from 1 to 7. The analysis was conducted until respondents had graded the samples at score 5 (dislike slightly), 6 (dislike) and 7 (dislike extremely). The Arrhenius model was applied at null and first order degradation. Results showed that both approaches can be used to calculate the shelf life of sweet corn. The acceleration factor for the TSS degradation at null order was 1.49 while the acceleration factor for the TSS degradation at first order was 1.51. By using the null order approach, it was estimated that if the sweet corn were stored at temperature of 30, 25, 20, 15, 10 and 5°C, the shelf life was 3.7, 4.5, 5.5, 6.7, 8.2, and 10 days, respectively. While by using the first order approach, at the same storage temperatures, the shelf life of sweet corn would be 3.7, 4.5, 5.6, 6.8, 8.4, and 10.3 days. In conclusion, the shelf life predictions of sweet corn were valid well with the experimental results.

Keywords: Sweet corn, shelf life, total soluble solid

PENDAHULUAN

Bahan pangan atau makanan akan mengalami proses penurunan mutu selama distribusi dan penyimpanan sampai kepada taraf tidak dapat dikonsumsi lagi. Mekanisme penurunan mutu ini sangat tergantung kepada jenis bahan pangan atau makanan. Herawati (2008) menyatakan bahwa informasi umur simpan menjadi faktor penting yang harus diberikan kepada konsumen sebelum produk dipasarkan. Informasi ini hanya dapat ditentukan dengan kajian khusus terhadap penurunan mutu suatu zat dalam makanan.

Penerapan model Arrhenius dapat digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan dengan mempelajari pengaruh suhu penyimpanan terhadap kecepatan reaksi penurunan mutu suatu parameter. Semakin tinggi suhu penyimpanan maka laju reaksi berbagai senyawa kimia dalam makanan akan semakin cepat (Winarno, 2010).

Jagung manis (*Zea mays saccharata*) adalah bahan pangan populer bagi masyarakat Indonesia (Purwono dan Hartono, 2008). Jagung dapat dikonsumsi sebagai makanan selingan seperti jagung bakar ataupun dapat dimasak menjadi sop yang lezat. Salah satu indikasi penurunan mutu jagung manis selama penyimpanan adalah penurunan nilai gula sebagai akibat dari proses respirasi yang berkelanjutan. Menurut Sumoprastowo (2004), kandungan nutrisi jagung manis sangat mudah rusak dimana kandungan gulanya dapat hilang sampai 50% dalam 1 hari apabila tidak dilakukan penanganan yang baik.

Selama ini jagung manis dipasarkan dalam kemasan plastik transparan tanpa informasi tentang masa kadaluarsanya. Konsumen dapat mengidentifikasi mutu jagung manis tersebut berdasarkan penampakan fisik, tekstur, maupun aroma. Menurut Huda (2005), konsumen adalah penilai mutakhir untuk suatu produk yang akan dipasarkan, sedangkan umur simpan suatu produk makanan adalah suatu batas waktu kualitas dimana produk itu masih diterima oleh konsumen (Siswanto dkk., 2012). Penelitian ini bertujuan untuk menduga umur simpan jagung manis dengan menggunakan model Arrhenius berdasarkan parameter mutu penurunan kandungan total padatan terlarutnya (TPT).

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung manis (*Zea mays saccharata*) sebanyak 60 tongkol. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah lemari pendingin, *refraktometer abbe*, termometer, tissue, kain saring, dan parutan.

Prosedur Penelitian

Jagung manis yang digunakan langsung dipanen dari kebun di Kabupaten Aceh Barat, dengan ciri-ciri tangkai dan pelepah masih segar (berwarna hijau kekuningan), tidak layu dan tingkat kematangan fase *milky*. Jagung-jagung tersebut dikurungkan dan ditransportasikan ke Kota Banda Aceh. Kemudian jagung-jagung tersebut disortasi berdasarkan ukuran, lalu dikupas kelobotnya. Jagung tersebut disimpan pada 3 suhu penyimpanan 5, 15 dan 28°C. Pengamatan kadar total padatan terlarut (TPT) dilakukan setiap hari selama 10 hari dan dihentikan apabila sampel jagung telah ditolak oleh panelis.

Analisis Total Padatan Terlarut

Kandungan gula pada jagung manis relatif tinggi. Analisis kandungan total padatan terlarut (TPT) dapat dilakukan sebagai cara tidak langsung mengidentifikasi kandungan gulanya. Kadar TPT diukur dengan sebuah *Refraktometer Abbe*. Nilai TPT ditunjukkan oleh angka yang didapat pada batas garis biru dan putih dan dinyatakan dalam °Brix. Sebanyak 2 gram jagung manis diparut halus untuk mendapatkan ekstraknya. Kemudian ekstrak tersebut diteteskan ke atas prisma refraktometer dan dicatat nilai TPTnya (Gardjito dan Wardana, 2003).

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan secara hedonik sehingga penilaian dapat dilakukan oleh 30 orang panelis tidak terlatih yang dianggap dapat mewakili konsumen dalam memutuskan masa kadaluarsanya jagung manis selama penelitian. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala hedonik berdasarkan kriteria sangat suka sampai sangat tidak suka dengan skala sebagai berikut: 1 untuk "sangat suka", 2 untuk "suka", 3 untuk "agak suka", 4 untuk "netral", 5 untuk "agak tidak suka", 6 untuk "tidak suka", dan 7 untuk "sangat tidak suka". Sampel jagung manis dianggap telah ditolak apabila panelis telah memberikan skor setidaknya 5. Kriteria hedonik ditentukan untuk faktor warna, tekstur dan bentuk biji jagung. Apabila jagung manis pada suatu perlakuan telah ditolak oleh panelis maka pengamatan mutu akan dihentikan.

Analisis Umur Simpan

Pada tahun 1889, Arrhenius mempelajari pengaruh suhu terhadap laju reaksi kimia. Selanjutnya pada tahun 1980, Labuza telah menguraikan penggunaan reaksi kimia dalam mempelajari penurunan mutu bahan makanan. Perkiraan masa simpan dilakukan dengan menggunakan orde 0 atau orde 1, tergantung kepada jenis kerusakan. Tipe kerusakan orde 0 meliputi reaksi enzimatis, pencoklatan enzimatis dan oksidasi sedangkan tipe kerusakan orde 1 misalnya reaksi kerusakan

akibat pertumbuhan mikroba, ketengikan, produksi *off flavor*, kerusakan vitamin dan penurunan mutu protein (Labuza, 1982 dalam Winarno, 2010).

Penurunan mutu berdasarkan kandungan TPT belum pernah dikaji sebelumnya sehingga dalam hal ini proses analisis akan dilakukan dengan kedua pendekatan tersebut, baik persamaan orde 0 maupun persamaan orde 1. Persamaan orde 0 dapat dilihat pada Persamaan 1 sedangkan persamaan orde 1 dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$A = A_0 - kt \quad (1)$$

$$\ln A = \ln A_0 - kt \quad (2)$$

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E_A}{R \times T} \quad (3)$$

Dengan memplotkan nilai k pada berbagai suhu pada suatu grafik, maka nilai k pada suhu yang lain dapat ditentukan. Pada akhirnya nilai faktor percepatan penurunan mutu (Q_{10}) ditentukan dengan Persamaan 4 dan masa simpan pada berbagai suhu dapat ditentukan dengan Persamaan 5 (Winarno, 2010).

$$Q_{10} = \frac{k_{T+10}}{k_T} \quad (4)$$

$$t_{T1} = Q_{10}^{\Delta T/10} \times t_{T2} \quad (5)$$

Keterangan:

- A : Kandungan TPT yang tersisa setelah penyimpanan ($^{\circ}\text{Brix}$)
- A_0 : Kandungan TPT awal ($^{\circ}\text{Brix}$)
- k : Konstanta laju reaksi
- t : Waktu (hari)
- E_A : Energi aktivasi (kal/mol)
- R : Konstanta gas yang nilainya 1,986 (kal/mol K)
- T : Suhu absolut (K)
- Q_{10} : Faktor percepatan penurunan mutu
- k_T : Konstanta laju reaksi pada suhu T
- k_{T+10} : Konstanta laju reaksi pada suhu T + 10 $^{\circ}$
- t_{T1} : Umur simpan pada suhu estimasi (hari)
- t_{T2} : Umur simpan pada suhu basis (hari)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Padatan Terlarut Jagung Manis selama Penyimpanan

Presentase penurunan mutu berdasarkan kandungan TPT jagung manis dapat dilihat pada Tabel 1. Penyimpanan pada suhu 28 $^{\circ}\text{C}$ berlangsung selama 4 hari, penyimpanan pada suhu 15 $^{\circ}\text{C}$ berlangsung selama 7 hari, dan penyimpanan

pada suhu 5 $^{\circ}\text{C}$ berlangsung selama 10 hari. Dengan demikian penyimpanan pada suhu 5 $^{\circ}\text{C}$ mempertahankan jagung manis selama 9 hari penyimpanan, sedangkan penyimpanan pada suhu 15 dan 28 $^{\circ}\text{C}$ mempertahankan jagung manis selama 6 dan 3 hari penyimpanan. Penolakan panelis terhadap sampel jagung manis terjadi pada saat kandungan TPT tersisa antara 54-55% atau ketika kandungan TPT telah menurun sebesar 45-46% (Tabel 1). Kisaran kandungan TPT awal adalah 14,4-14,7 $^{\circ}\text{Brix}$, sedangkan kisaran kandungan TPT pada saat sampel telah ditolak oleh panelis adalah 7,60-8,2 $^{\circ}\text{Brix}$.

Tabel 1. Perhitungan nilai TPT jagung manis (%) selama 10 hari penyimpanan

Penyimpanan hari ke-	Suhu penyimpanan		
	28 $^{\circ}\text{C}$	15 $^{\circ}\text{C}$	5 $^{\circ}\text{C}$
0	100	100	100
1	99	85	102
2	58	79	97
3	56	77	96
4	54	67	94
5	sd	64	84
6	sd	59	76
7	sd	55	67
8	sd	sd	62
9	sd	sd	57
10	sd	sd	55

Keterangan: sd, sampel sudah ditolak oleh panelis, basi nilai TPT masih 100% pada hari ke-0

Pada penyimpanan suhu 5 $^{\circ}\text{C}$ hari ke-1, perhitungan nilai TPT adalah sebesar 102%. Nilai ini merupakan anomali karena basis yang digunakan adalah 100% (Tabel 1). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya data nilai TPT pada sampel hari ke-1 (15,1 $^{\circ}\text{Brix}$) yang lebih besar dari nilai TPT sampel hari ke-0 (14,55 $^{\circ}\text{Brix}$).

Model Arrhenius

Berdasarkan data penurunan kandungan TPT, persamaan orde 0 dan orde 1 yang dihasilkan dirincikan dalam Tabel 2. Kedua jenis persamaan menunjukkan bahwa konstanta laju reaksi (k) bernilai negatif sebagai idikasi dari fenomena penurunan kandungan TPT selama penyimpanan. Semakin tinggi suhu penyimpanan, nilai konstanta laju reaksi ini juga semakin besar. Hal ini menjelaskan bahwa reaksi penurunan TPT pada penyimpanan dengan suhu tinggi lebih besar dari pada penyimpanan dengan suhu rendah. Fenomena tersebut dapat dilihat dari kedua jenis persamaan, baik orde 0 ataupun orde 1. Nilai k pada persamaan orde 0 yaitu 0,7732 - 1,95, sedangkan nilai k pada persamaan orde 1 adalah 0,069 - 0,178.

Tabel 2. Persamaan orde 0 dan orde 1 untuk penurunan TPT jagung manis selama penyimpanan

No.	Suhu Penyimpanan (°C)	Orde 0	Galat	Orde 1	Galat
1.	28	$A = 14,6 - 1,95t$	3,21	$\ln A = \ln(14,686) - 0,178t$	2,83
2.	15	$A = 13,704 - 0,8708t$	0,25	$\ln A = \ln(13,908) - 0,081t$	0,15
3.	5	$A = 15,648 - 0,7732t$	0,41	$\ln A = \ln(16,208) - 0,069t$	0,70

Adapun galat pada persamaan orde 1 lebih kecil daripada galat pada persamaan orde 0. Secara umum dapat dilihat bahwa galat berada pada nilai dibawah 1%, kecuali pada penyimpanan suhu 5°C. Galat pada penyimpanan suhu 5°C lebih besar dari 1% yang diduga disebabkan oleh anomali nilai TPT pada hari ke-1 penyimpanan (Tabel 1). Secara teori nilai kandungan TPT jagung manis akan menurun selama penyimpanan. Namun demikian jagung manis dapat mempunyai kadar TPT antara 14,62 – 15,32°Brix (varietas macarena). Hal ini dapat menjelaskan anomali kandungan TPT jagung manis pada hari ke-1 sebesar 15,1°Brix. Bahkan kandungan TPT jagung manis untuk varietas yang lain bisa mencapai kadar yang lebih tinggi yaitu 18°Brix.

Hubungan antara konstanta laju reaksi dan suhu dapat diplotkan dalam bentuk $\ln(k)$ dan $1/T$, dimana T dalam derajat Kelvin (Gambar 2, Persamaan 3). Slope dari persamaan pada Gambar 2 merupakan nilai energi aktivasi berbanding dengan konstanta gas (1,986 kal/mol/°K). Dengan demikian energi aktivasi pada analisis orde 0 dan orde 1 adalah 6.379 kal/mol dan 6.508 kal/mol. Energi aktivasi pada analisis menggunakan orde 1 lebih besar dari energi aktivasi pada analisis menggunakan orde 0. Berdasarkan energi aktivasi ini dapat disimpulkan bahwa perubahan suhu penyimpanan tidak mempunyai pengaruh yang besar terhadap perubahan kecepatan reaksi penurunan kandungan TPT.

Masih dari Gambar 2, eksponen dari $\ln(k_0)$ adalah nilai k_0 . Setelah mengetahui nilai k_0 dan energi aktivasi, maka model Arrhenius jagung manis berdasarkan kandungan TPT dapat dilihat pada Tabel 3.

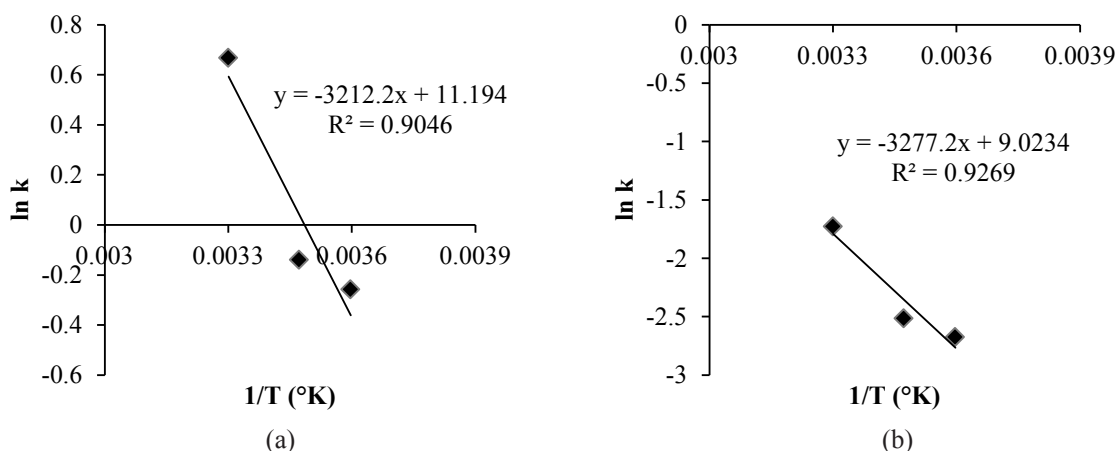
Tabel 3. Model Arrhenius jagung manis berdasarkan kandungan TPT

No.	Orde	k_0	Model Arrhenius
1.	0	72.692,97	$k = 72.692,97 \times e^{-3.212(1/T)}$
2.	1	8.294,93	$k = 8.294,93 \times e^{-3.277(1/T)}$

Pendugaan Umur Simpan Jagung Manis

Nilai faktor percepatan reaksi (Q_{10}) ditentukan berdasarkan nilai k pada perlakuan suhu penyimpanan 5 dan 15°C (Persamaan 4). Nilai Q_{10} untuk persamaan orde 0 dan orde 1 diperoleh sebesar 1,49 dan 1,51. Nilai Q_{10} akan semakin menurun apabila digunakan nilai k pada suhu yang lebih tinggi. Sementara itu nilai Q_{10} ini berbanding lurus dengan umur simpan. Dengan demikian pemilihan nilai Q_{10} berdasarkan kombinasi suhu yang lebih rendah lebih baik dilakukan untuk mendapatkan dugaan umur simpan minimal.

Selanjutnya nilai Q_{10} ini dapat digunakan untuk menduga umur simpan pada berbagai suhu penyimpanan (Persamaan 5). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat



Gambar 2. Hubungan konstanta laju reaksi dengan suhu pada plot Arrhenius (a) orde 0 dan (b) orde 1

perbedaan yang tipis antara pendugaan umur simpan pada penggunaan persamaan orde 0 dan orde 1, sehingga kedua jenis persamaan itu dapat digunakan dalam menduga umur simpan jagung manis berdasarkan penurunan kandungan TPT (Tabel 4). Sebagai tambahan, hasil pendugaan umur simpan menunjukkan angka yang sangat cocok dengan hasil observasi.

Sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4, semakin tinggi suhu penyimpanan maka umur simpan bahan akan semakin pendek. Kondisi ini berlaku secara umum untuk berbagai produk lain seperti mentimun Jepang (Darsana dkk., 2003), bubuk jahe merah (Sugiarto dkk., 2007), seasoning (Budijanto dkk., 2010), dan sebagainya.

Tabel 4. Pendugaan umur simpan jagung manis menggunakan nilai Q_{10} orde 0 dan 1 antara suhu penyimpanan 5 ke 40°C

Suhu penyimpanan (°C)	Umur simpan (hari)		Hasil observasi
	Orde 0, $Q_{10}=1,49$	Orde 1, $Q_{10}=1,51$	
40	2,5	2,4	-
35	3,0	3,0	-
30	3,7	3,7	-
28	4,0	4,0	4,0
25	4,5	4,5	-
20	5,5	5,6	-
15	6,7	6,8	7,0
10	8,2	8,4	-
5	10,0	10,3	10,0

KESIMPULAN DAN SARAN

Persamaan orde 0 dan orde 1 dapat dipergunakan untuk menduga umur simpan jagung manis berdasarkan penurunan kandungan TPT dimana nilai Q_{10} yang diperoleh dari kedua persamaan tersebut menghasilkan dugaan umur simpan jagung manis yang cocok dengan hasil observasi. Nilai faktor percepatan reaksi penurunan mutu (Q_{10}) untuk persamaan orde 0 adalah 1,49, sedangkan nilai Q_{10} untuk persamaan orde 1 adalah 1,51. Dengan menggunakan pendekatan orde 0, penyimpanan jagung manis pada suhu 30, 25, 20, 15, 10 dan 5°C akan berpengaruh kepada umur simpan jagung manis menjadi 3,7; 4,5; 5,5; 6,7; 8,2 dan 10 hari. Sedangkan dengan pendekatan orde 1, penyimpanan jagung manis pada suhu yang sama akan berpengaruh kepada umur simpan jagung manis menjadi 3,7; 4,5; 5,6; 6,8; 8,4 dan 10,3 hari.

Pendugaan umur simpan jagung manis perlu juga diuji dengan menggunakan parameter mutu yang lain atau dengan

menggunakan metode-metode yang lain dalam rangka meningkatkan keakuratan pendugaan umur simpan. Untuk meningkatkan efesiensi dalam pendugaan umur simpan produk pangan, analisis penurunan mutu selama penyimpanan pada beberapa suhu yang lebih tinggi perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budijanto, S., Sitanggang, A.B., Silalahi, B.E. dan Murdiati, W. (2010). Penentuan umur simpan seasoning menggunakan metode accelerated shelf life testing dengan pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pertanian* **11**(2): 71-77.
- Darsana, L., Wartoyo dan Wahyuti, T. (2003). Pengaruh saat panen dan suhu penyimpanan terhadap umur simpan dan kualitas mentimun Jepang (*Cucumis sativus* L.). *Jurnal Agrosains* **5**(1): 1-12.
- Gardjito, M. dan Wardana, A.S. (2003). *Hortikultura Teknik Analisis Pasca Panen*. Transmedia Global Wacana, Yogyakarta.
- Herawati, H. (2008). Penentuan umur simpan pada produk pangan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* **27**(4): 124-130.
- Huda, N. (2005). *Prinsip Penilaian Sensori*. Unripress, Pekanbaru.
- Purwono dan Hartono, R. (2008). *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Singh, R.P. (1994). Scientific principles of shelf life evaluation. Dalam: Man, C.M.D. dan Jones, A.A. (Ed). *Shelf Life Evaluation of Foods*. Chapman and Hall Inc. New York.
- Siswantoro, Rahardjo, B., Bintoro, N. dan Hastuti, P. (2012). Pemodelan matematik perubahan parameter mutu selama penyimpanan dan sorpsi-isotermis kerupuk goring pasir. *Agritech* **32**(3): 265-274.
- Sugiarto, Yuliasih, I. dan Tedy (2007). Pendugaan umur simpan bubuk jahe merah. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* **17**(1): 7-11.
- Sumaprastowo, R.M. (2004). *Memilih dan Menyimpan Sayur Mayor, Buah-Buahan dan Bahan Makanan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Winarno, F.G. (2010). *Keamanan Pangan*. Jilid 1. Cetakan 1. M-Brio Press, Bogor.